

К. А. Подоляко, В. А. Микула

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Kirill860@list.ru

АНАЛИЗ ШЛАКОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ГАЗОГЕНЕРАТОРА ПГУ-ВЦГ

В работе изложен краткий обзор механизмов образований отложений на поверхностях газогенератора, на опыте энергетических паровых котлов.

Ключевые слова: ПГУ; газогенератор; отложения.

K. A. Podolyako, V. A. Mikula

Ural Federal University, Ekaterinburg

ANALYSIS SLAGGING OF HEATING SURFACE OF THE GAS GENERATOR IGCC

The paper presents a brief overview of the mechanisms of formation of deposits on the surfaces of the gas generator, on the experience of energy steam boilers.

Keywords: CCGT; gas generator; slag.

Основной интерес к развитию производства электроэнергии за счёт газификации твёрдых видов топлива объясняется тем, что применяемые при этом технологии позволяют существенно снизить экологическую нагрузку от топливосжигающего оборудования (по сравнению с традиционными технологиями сжигания углей). При этом уголь остаётся относительно дешёвым топливом на мировом рынке, запасы которого огромны, и, по некоторым экспертным прогнозам, их хватит ещё на 150–200 лет при текущих объёмах потребления.

ПГУ с ВЦГ (парогазовые установки с внутренней газификацией) отличаются от традиционных ПГУ применением в технологической схеме газотурбинной установки, использующей в качестве исходного

топлива уголь. Поскольку в камеру сгорания газовой турбины можно подавать только газовое и/или жидкое топливо, то первоначально уголь в цикле ПГУ с ВЦГ преобразуют в специальных установках (газификаторах) в генераторный газ, в котором в качестве основных компонентов присутствуют водород и монооксид углерода, при этом одной из важнейших проблем при работе газогенератора является шлакование поверхностей нагрева.

Поток летучей золы представлен индивидуальными частицами различающегося состава, агрегатного состояния и свойств. По ходу факела агрегатное состояние и способность частиц к закреплению на поверхностях нагрева и на ранее образовавшихся отложениях изменяется. В разных температурных зонах способностью к закреплению и формированию отложений обладают разные совокупности частиц. В результате образуются отложения, состав, скорость формирования и свойства которых различаются.

Отложения, возникающие вследствие шлакования в энергетических котлах, можно классифицировать следующим образом:

1) Применительно к отдельным трубам, змеевикам, ширмам, отложения по месту формирования подразделяют на фронтальные (лобовые) и тыльные (кормовые).

2) По хронологии образования и, соответственно, взаимному расположению отложения делят на первичные (внутренний, примыкающий к трубе слой) и вторичные (внешний слой, отложения поверх первичных).

3) Во многих отечественных и зарубежных классификациях отложений используют сведения по структуре и прочности.

При этом терминология такой классификации не устоялась. В частности, отечественные авторы используют определения: рыхлые (сыпучие), связанные (плотные), шлаковые, связанно-шлаковые (рис. 1) [1].

В получивших в нашей стране признание работах УралВТИ – Уральской теплотехнической лаборатории используется следующая классификация отложений. В зависимости от механизма образования и состава отложения подразделяются на шлаковые, селективно обогащённые прочные железистые и сульфатно-кальциевые, упрочнённые на базе активных щелочей и рыхлые слабоспекшиеся из

мелких фракций летучей золы (рис. 2) [1].



Рис. 1. Классификация отложений по структуре и прочности

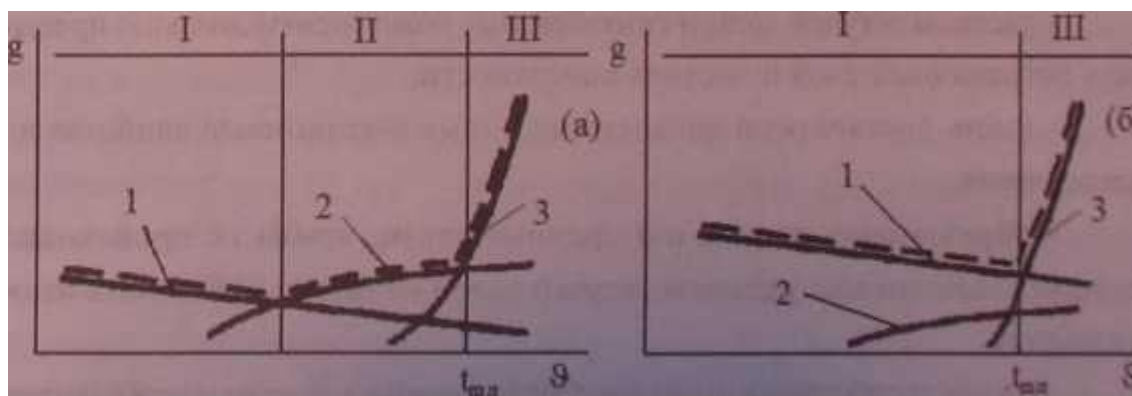


Рис. 2. Схема образования отложений УралВТИ

Автор [1] развивает теорию, по которой в конкретных условиях из возможных типов отложений образуются те, интенсивность формирования которых выше, чем других. При соизмеримой скорости формирования отложений разного типа на поверхности нагрева образуются отложения переходного типа. Это положение, в том числе, используется при решении практических вопросов по снижению шлакования котлов и в методах оценки шлакующих свойств углей.

При низких значениях температуры газов (температурная область I) на поверхности нагрева формируются рыхлые отложения. интенсивность формирования которых “g” больше, чем прочных железистых. При более высоких температурах газов темп формирования железистых возрастает, а рыхлых, как минимум, не растёт. В температурной области II образуются прочные железистые отложения. При температуре выше температуры начала шлакования образуются быстро растущие шлаковые отложения (область III).

Изменяя интенсивность формирования отложений одного из типов, можно изменять условия и саму возможность формирования отложений других типов и, следовательно, картину шлакования в целом. Например, при утонении помола топлива интенсивность образования рыхлых отложений из мелких фракций летучей золы растёт, а прочных железистых за счёт более быстрого выгорания пирита и преобразования железосодержащих соединений – снижается. В результате, используя этот фактор, можно избежать образования железистых отложений и перейти от ситуации прогрессирующего шлакования топки к режиму ее саморасшлаковки.

В упрощённом виде можно выделить следующие процессы при формировании отложений:

- частицы летучей золы и газообразные компоненты должны преодолеть пограничный слой и достичь поверхности,
- иметь достаточную липкость или иные адгезионные свойства для закрепления,
- образовывать достаточно прочные связи, чтобы не происходило саморасшлаковки или удаления летучей золой на начальной стадии их образования.

Для роста собственно шлаковых отложений на поверхностях нагрева дополнительно необходимо создание условий их прочного закрепления на охлаждаемой поверхности. Это происходит за счёт образования прочно связанного с металлом селективного первичного слоя в предшествующее время, а также в случае наличия утеплённых участков или при геометрии поверхности, способствующей удержанию отложений.

Список использованных источников

1. Алехнович А. Н. Зола и шлакование в пылеугольных котлах. Челябинск : Абрис-принт, 2016. 798 с.
2. Исследование содержания минеральной массы в энергетических углях новых месторождений Кузбасса / Н. В. Новицкий, Б. С. Белосельский, Г. И. Хромых, М. И. Мартынова // Теплоэнергетика. 1980. № 7. С. 59–60.
3. Алехнович А. Н. Актуальные вопросы исследования шлакующих свойств углей и шлакования котлов // Электрические станции. 2011. № 9. С. 2–7.
4. ГОСТ Р 55661-2013 (ИСО 1171:2010) Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. Введ. 28.10.2013. М. : Стандартинформ, 2013. 11 с.